

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant : Shuichi TAKEUCHI

Serial No. : Not Yet Assigned

Filed : Concurrently Herewith

For : OPTICAL SYSTEM FOR OPTICAL DISC DRIVE HANDLING DIFFERENT TYPES OF OPTICAL DISCS

CLAIM OF PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

Applicant hereby claims the right of priority granted pursuant to 35 U.S.C. 119 based upon Japanese Application No. 2002-240517, filed August 21, 2002. As required by 37 C.F.R. 1.55, a certified copy of the Japanese application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,
Shuichi TAKEUCHI


Bruce H. Bernstein *Reg. No. 33,329*
Reg. No. 29,027

August 19, 2003
GREENBLUM & BERNSTEIN, P.L.C.
1950 Roland Clarke Place
Reston, VA 20191
(703) 716-1191

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application: 2002年 8月21日

出願番号

Application Number: 特願2002-240517

[ST.10/C]:

[JP2002-240517]

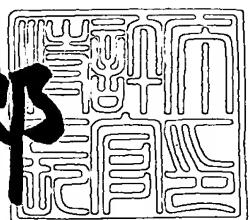
出願人

Applicant(s): ペンタックス株式会社

2003年 5月30日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3040495

【書類名】 特許願
 【整理番号】 AK02P052
 【あて先】 特許庁長官 殿
 【国際特許分類】 G02B 13/00
 G11B 7/135

【発明者】

【住所又は居所】 東京都板橋区前野町2丁目36番9号 旭光学工業株式
 会社内
 【氏名】 竹内 修一

【特許出願人】

【識別番号】 000000527
 【住所又は居所】 東京都板橋区前野町2丁目36番9号
 【氏名又は名称】 旭光学工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100078880
 【住所又は居所】 東京都多摩市鶴牧1丁目24番1号 新都市センタービ
 ル 5F

【弁理士】

【氏名又は名称】 松岡 修平
 【電話番号】 042-372-7761

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 023205
 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0206877

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光ディスク用光学系および光ディスク用ヘッド装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 D V Dに対する記録・再生時に用いる第一の光束と、 C Dに対する記録・再生時に用いる第二の光束とを照射する光源部と、

波長に依存して球面収差が変化する特性を有する回折構造を利用することにより、 D V DとC Dとの互換性を有する対物レンズと、

前記光源部から照射された各光束を略平行光束に変換して前記対物レンズに入射させるコリメートレンズと、を有し、

D V Dに対する記録・再生時に、前記光源の個体差による、該第一光束の波長の設計波長に対するずれに起因する球面収差の変化を、前記コリメートレンズから射出される光束の平行度の調整によって補正することを特徴とする光ディスク用光学系。

【請求項2】 請求項1に記載の光学系において、

前記回折構造は、温度変化に伴う前記光源部の射出光の波長の変化に依存して変化するような波長依存性を持つ球面収差を生成し、

該温度変化に伴う前記対物レンズの形状および、あるいは屈折率の変化に起因する球面収差の変化を、前記回折構造によって生成される球面収差の波長依存性により補正する構成されたことを特徴とする光ディスク用光学系。

【請求項3】 請求項1または請求項2に記載の光ディスク用光学系において、

前記対物レンズは、D V Dに対する記録・再生時に前記第一の光束の波長の設計波長に対するずれによって3次の球面収差が最も大きく変化するように構成されることを特徴とする光ディスク用光学系。

【請求項4】 請求項3に記載の光ディスク用光学系において、

前記対物レンズは、D V Dに対する記録・再生時に前記第一の光束の波長の設計波長に対するずれによって変化する5次以上の各球面収差の変化量がそれぞれ前記3次の球面収差の変化量の1/5以下であるように構成されることを特徴とする光ディスク用光学系。

【請求項5】 請求項1から請求項4のいずれかに記載の光ディスク用光学系において、

前記対物レンズは、DVDに対する記録・再生時に前記第一の光束の波長の設計波長に対するずれによって変化する5次以上の各球面収差が、それぞれ0.0005λrms/nm以下であることを特徴とする光ディスク用光学系。

【請求項6】 請求項1から請求項5のいずれかに記載の光ディスク用光学系は、

前記コリメートレンズから射出される光束の平行度を前記第二の光束の波長も考慮して設定することを特徴とする光ディスク用光学系。

【請求項7】 請求項1から請求項6のいずれかに記載の光ディスク用光学系において、

前記光源部は、前記第一の光束を照射する第一光源と前記第二の光束を照射する第二光源とが一体に形成されていることを特徴とする光ディスク用光学系。

【請求項8】 請求項7に記載の光ディスク用光学系において、

前記対物レンズから射出された前記第一の光束が前記DVDの記録面位置に最良の状態で収束するよう、前記平行度を設定することを特徴とする光ディスク用光学系。

【請求項9】 請求項7に記載の光ディスク用光学系において、

光路上、前記対物レンズから射出された前記第一の光束がDVDの記録面位置に最良の状態で収束する位置と、前記対物レンズから射出された前記第二の光束が前記CDの記録面位置に最良の状態で収束する位置との間における任意の位置に前記コリメートレンズを配置することにより前記平行度を設定することを特徴とする光ディスク用光学系。

【請求項10】 請求項1から請求項6のいずれかに記載の光ディスク用光学系において、

前記光源部は、前記第一の光束を照射する第一光源と前記第二の光束を照射する第二光源とが別個独立して配置されていることを特徴とする光ディスク用光学系。

【請求項11】 請求項10に記載の光ディスク用光学系において、

前記対物レンズから射出された前記第一の光束が前記DVDの記録面位置に最良の状態で収束する位置であって、かつ前記対物レンズから射出された前記第二の光束が前記CDの記録面位置に最良の状態で収束する位置に前記コリメートレンズが配置されるように、前記第一の光源と前記コリメートレンズとの間隔および第二光源と前記コリメートレンズとの間隔を調整することにより前記平行度を設定することを特徴とする光ディスク用光学系。

【請求項12】 波長に依存して球面収差が変化する特性を有する回折構造を利用することにより、DVDとCDとの互換性を有する対物レンズを用いた光ディスク用光学系において、

前記対物レンズは、DVDに対する記録・再生時に光源から照射される前記DVD用の光束の発振波長の変化によって3次の球面収差が最も大きく変化するように構成されることを特徴とする光ディスク用光学系。

【請求項13】 請求項12に記載の光ディスク用光学系において、

前記対物レンズは、DVDに対する記録・再生時に前記DVD用の光束の波長の変化によって変化する5次以上の各球面収差の変化量がそれぞれ前記3次の球面収差の変化量の1/5以下であることを特徴とする光ディスク用光学系。

【請求項14】 請求項12または請求項13に記載の光ディスク用光学系において、

前記対物レンズは、DVDに対する記録・再生時に前記DVD用の光束の波長の変化によって変化する5次以上の各球面収差が、それぞれ0.0005λ_{rm} s/nm以下であることを特徴とする光ディスク用光学系。

【請求項15】 請求項1から請求項14のいずれかに記載の光ディスク用光学系において、

前記対物レンズは、前記DVDに対する開口数が0.63以上であることを特徴とする光ディスク用光学系。

【請求項16】 請求項1から請求項15のいずれかに記載の光ディスク用光学系を備え、前記DVDあるいは前記CDに対する記録・再生を行うことを特徴とする光ディスクヘッド装置。

【請求項17】 波長に依存して球面収差が変化する特性を有する回折構造

を利用することにより、DVDとCDとのそれぞれの記録面位置に、異なる波長の光束を収束させる光ディスク用対物レンズであって、

DVDに対する記録・再生時に、光源から照射される前記DVD用の光束の発振波長の変化によって3次の球面収差が最も大きく変化することを特徴とする光ディスク用対物レンズ。

【請求項18】 請求項17に記載の光ディスク用対物レンズにおいて、

前記光束の発振波長の変化は、前記光源の個体差による波長のずれも含むことを特徴とする光ディスク用対物レンズ。

【請求項19】 請求項17または請求項18に記載の光ディスク用対物レンズは、さらに、

DVDに対する記録・再生時に、前記DVD用の光束の波長の変化によって変化する5次以上の各球面収差の変化量がそれぞれ前記3次の球面収差の変化量の1/5以下であることを特徴とする光ディスク用対物レンズ。

【請求項20】 請求項17から請求項19のいずれかに記載の光ディスク用対物レンズは、さらに、

DVDに対する記録・再生時に、前記DVD用の光束の波長の変化によって変化する5次以上の各球面収差がそれぞれ0.0005λrms/nm以下であることを特徴とする光ディスク用対物レンズ。

【請求項21】 波長に依存して球面収差が変化する特性を有する回折構造を利用することにより、DVDとCDとのそれぞれの記録面位置に光束を収束させる光ディスク用対物レンズであって、

DVDに対する記録・再生時に、光源から照射される前記DVD用の光束の発振波長の変化によって3次の球面収差が最も大きく変化し、かつ5次以上の各球面収差の変化量がそれぞれ前記3次の球面収差の変化量の1/5以下であり、かつ該5次以上の各球面収差はそれぞれ0.0005λrms/nm以下であることを特徴とする光ディスク用対物レンズ。

【請求項22】 DVDに対する記録・再生時に用いる第一の光束と、CDに対する記録・再生時に用いる第二の光束とを照射する光源部と、

前記光源から照射された各光束を略平行光束に変換するコリメートレンズと、

波長に依存して球面収差が変化する特性を有する回折構造を利用することにより、DVDとCDとの互換性を有する対物レンズと、を有し、

前記光源の個体差による波長変化に起因する球面収差の変化は、前記対物レンズの特性と、前記コリメートレンズから射出される光束の平行度の調整とによって補正し、

前記対物レンズの温度変化に起因する球面収差は、前記回折構造の特性によって補正することを特徴とする光ディスク用光学系。

【請求項23】DVDに対する記録・再生時に用いる第一の光束と、CDに対する記録・再生時に用いる第二の光束とを照射する光源部と、該光源部から照射された各光束を略行光束に変換するコリメートレンズと、を備えた光ディスク用光学系に用いられる対物レンズであって、

前記対物レンズは、DVDに対する記録・再生時に、該光源の個体差による、該第一光束の波長の設計波長に対するずれに起因する球面収差の変化を、前記コリメートレンズの位置を調整することにより調整される入射光束の平行度によって補正するよう構成されると共に、DVDとCDとの保護層の厚みの差異に起因する球面収差の変化を、該第1の光束と第2の光束との切替により変化する球面収差により相殺するような、波長依存性を有する球面収差を生成する回折レンズ構造を備え、

該回折レンズ構造は、さらに温度の変化に伴う対物レンズの形状および、あるいは屈折率の変化に起因する球面収差の変化を、温度変化に伴う前記光源部の射出光の波長の変化に起因する球面収差の変化により補正するような波長依存性を有することを特徴とする光ディスク用対物レンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、保護層の厚さの異なる複数種類の光ディスクに対するデータの記録・再生を行う光ディスク装置に用いられる光学系および該光学系を用いた光ヘッドに関する。

【0002】

【従来の技術】

光ディスクには、保護層の厚さが異なる複数の規格が存在する。例えば、CD（コンパクトディスク）、CD-R（CD-レコーダブル）の保護層の厚さは1.20mmであるのに対し、DVD（デジタルバーサタイルディスク）の保護層の厚さは0.60mmである。そこで、規格が異なる光ディスクの切り替え時には、保護層の厚さの違いによって生じる球面収差の変化を抑える必要がある。

【0003】

また、DVDの記録密度はCDより高いため、DVDの記録／再生にはCD専用の光学系よりビームスポットを絞る必要がある。スポット径は波長が短いほど小さくなるため、DVDを利用する光学系では、CD専用の光学系で用いられてきた780～830nmより短い635～665nmの発振波長のレーザ光源を用いる。さらに、CD-Rを利用する場合には、記録面の反射特性から780nm程度の発振波長のレーザ光源を用いる。そのため近年、光情報記録再生装置には、波長の異なるレーザ光を発振可能な光源部を有する光ディスク用光学系が使用されている。

【0004】

保護層の厚さが異なる光ディスクの規格に対して、それぞれ良好な状態で各光ディスクの記録面位置にレーザ光を収束させる手段の一つとして、近年、対物レンズの一面に輪帯状の微細な段差を有する回折構造を設けた対物レンズを光ディスク用光学系に搭載することが考えられている。

【0005】

回折構造は、該回折構造によって発生する球面収差が、入射する光束の波長に依存して変化するように構成される。球面収差の、入射光束の波長変化に依存して変化する特性を波長依存性という。詳しくは該回折構造は、保護層の厚さが異なる規格の光ディスクに対して異なる波長の光束を使用しても、各光束が、対応する各光ディスクにおいて、保護層を介し記録面の位置でそれぞれ良好な波面を形成するように最適化される。このような回折構造を備える対物レンズを使用することにより、保護層の厚さの違いによる球面収差の変化を、レーザ光の波長が切り替わることにより変化する該回折構造における球面収差で打ち消して各光デ

ィスクの記録面位置に良好なスポットを形成する効果が得られる。

【0006】

さらに、近年、低コスト化等を図る観点から上記対物レンズをプラスチック製することが多い。ここでプラスチック製対物レンズは、温度変化に伴って形状および屈折率が変化するため、球面収差も変化してしまう性質がある。球面収差の、温度変化に依存して変化する特性を温度依存性という。そのため、プラスチック製対物レンズを使用する場合には、このような温度変化による球面収差の変化を抑えるようなレンズ設計を行う必要がある。従って、従来の回折構造を有するプラスチック製対物レンズの回折構造は、球面収差の波長依存性と温度依存性との両方のバランスをとるような設計がされていた。そのため、波長依存性と温度依存性の両方を同時に最適化させることができず、光源部の個体差に対する許容範囲と、温度変化に対する許容範囲とを同時に大きくとることが困難であった。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

この発明は、上述した従来技術の問題点に鑑みなされたもので、光源部から照射されるレーザ光の波長が設計波長からずれても球面収差を良好に補正して、DVDとCD、CD-Rのような保護層の厚さが異なる光ディスクのデータの記録・再生が可能な光ディスク用光学系を提供すること、さらには、プラスチック製の対物レンズを使用した場合でも温度変化の影響を受けにくい設計が可能な光ディスク用光学系を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

このため、請求項1に記載の光ディスク用光学系は、DVDに対する記録・再生時に用いる第一の光束と、CDに対する記録・再生時に用いる第二の光束とを照射する光源部と、波長に依存して球面収差が変化する特性を有する回折構造を利用することにより、DVDとCDとの互換性を有する対物レンズと、光源部から照射された各光束を略平行光束に変換して対物レンズに入射させるコリメートレンズと、を有し、DVDに対する記録・再生時に、光源の個体差による、該第一光束の波長の設計波長に対するずれに起因する球面収差の変化を、コリメート

レンズから射出される光束の平行度の調整によって補正することを特徴とする。

【0009】

すなわち請求項1に記載の光ディスク用光学系は、球面収差の波長依存性が大きい対物レンズを使用する。そして、光源の発振波長のばらつきに応じて該対物レンズへ入射する光束の平行度を調整することにより波長が変化することによって生じる球面収差を低減する。このように構成することにより、光ディスク用光学系は、DVDに対する記録・再生時に、光源部から照射されるレーザ光の波長が設計波長からずれてもその影響を受けることなく球面収差を良好に補正できる。なお、上記請求項1の構成では、DVD/CD互換であるが、CDの代わりにCD-RやCD-RWを用いることも可能である。

【0010】

また、請求項2に記載の光ディスク用光学系は、回折構造は、温度変化に伴う光源部の射出光の波長の変化に依存して変化するような波長依存性を持つ球面収差を生成し、該温度変化に伴う対物レンズの形状や屈折率の変化に起因する球面収差の変化を、回折構造によって生成される球面収差の波長依存性により補正するよう構成されたことを特徴とする。これにより、プラスチック製の対物レンズを使用した場合であっても、温度変化の影響を受けにくい設計が可能になる。

【0011】

より詳しくは、上記調整を可能にし、保護層の厚さが異なる光ディスクの記録・再生が良好な状態で行われるためには、上記回折構造を有する対物レンズを以下のように構成することが望ましい。まず、対物レンズは、DVDに対する記録・再生時に第一の光束の波長の変化によって3次の球面収差が最も大きく変化するよう構成される（請求項3）。また、第一の光束の波長の変化によって変化する5次以上の各球面収差の変化量がそれぞれ3次の球面収差の変化量の1/5以下であるように構成されることが望ましい（請求項4）。また、第一の光束の波長の変化によって変化する5次以上の各球面収差が、それぞれ0.0005λrms/nm以下であることが望ましい（請求項5）。

【0012】

請求項6に記載の発明によれば、第二の光束の波長にも応じてコリメートレン

ズから射出される光束の平行度を設定することが望ましい。

【0013】

上記光源は、例えば第一の光束を照射する第一光源と第二の光束を照射する第二光源とが一体に形成されているものを使用することができる（請求項7）。この場合、平行度の調整は、対物レンズから射出された第一の光束がDVDの記録面位置に最良の状態で収束するように、光源に対するコリメートレンズの位置を調整することにより行われる（請求項8）。

【0014】

また第二の光束の波長にも応じてコリメートレンズから射出される光束の平行度を設定し、光路上、対物レンズから射出された第一の光束がDVDの記録面位置に最良の状態で収束する位置と、対物レンズから射出された第二の光束がCDの記録面位置に最良の状態で収束する位置との間にコリメートレンズを配置することにより平行度を変えることも可能である（請求項9）。この調整は、上記の第一の光束に対応した位置調整を行った結果、第二の光束による球面収差が大きく発生してしまったとき等に有効な手段である。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、この発明に係る光ディスク用光学系の実施形態を説明する。図1は、実施形態に係る光ディスク用光学系100を示す説明図である。光ディスク用光学系100は、DVD、CD互換の光情報記録再生装置に搭載される。光ディスク用光学系100は、光源10と、コリメートレンズ20と、対物レンズ30とを有する。

【0016】

光ディスク40A（40B）は、図示しないターンテーブル上に載置され回転駆動される。なお本明細書では、保護層が薄く記録密度が高い光ディスク（例えばDVD）を第1の光ディスク40Aと記し、の保護層が厚く記録密度が低い光ディスク（例えばCDやCD-R等）を第2の光ディスク40Bと記す。

【0017】

光源10は、シリコン基板11上に種類の異なる2つの活性層を形成して構成

され、波長の異なる二種類のレーザ光をそれぞれ発光する二つの発光点を備えている。両発光点の間隔は約100μmである。

【0018】

第1の光ディスク40Aに対して記録・再生を行う際には、小さいビームスポットを作るために波長の短いレーザ光（以下、第一のレーザ光という）が光源10から照射される。また、第2の光ディスク40Bに対して記録・再生を行う際には、第一のレーザ光よりも波長の長いレーザ光（以下、第二のレーザ光という）が光源10から照射される。

【0019】

光ディスクの種類に対応して光源10から照射される各レーザ光は発散光であるが、コリメートレンズ20を介することにより、平行光に近い状態に変換される。

【0020】

コリメートレンズ20から射出されたレーザ光は、対物レンズ30により光ディスク40の記録面に収束される。対物レンズ30は、両面とも非球面である両凸のプラスチック製単レンズである。

【0021】

上述した通り、第1の光ディスク40Aと第2の光ディスク40Bとでは、保護層の厚さが異なる。このため、使用されるディスクによって球面収差が変化する。ここで、球面収差は、保護層が厚くなるほど補正過剰（オーバー）方向に変化する傾向にある。

【0022】

そこで、本実施形態においては、対物レンズ30のレンズ面に光軸を中心とした複数の輪帯からなり、各輪帯の境界にフレネルレンズのように光軸方向の段差を有する回折構造30aを形成している。これにより対物レンズ30によって発生する球面収差に波長依存性を持たせる。対物レンズ30は、保護層の異なる複数種類の光ディスク（本実施形態では、第1の光ディスク40Aと第2の光ディスク40B）に対して互換性を有するために回折構造30aを備えるレンズ、つまり回折型互換レンズである。

【0023】

第一のレーザ光は、回折構造30aの中央部および周辺部を含む広い範囲を透過して記録面上に集光する。ここで、対物レンズ射出後に第二の光ディスク40Bに対するデータの記録・再生に必要な開口数(NA)に相当する光束が透過する領域を中央部といい、該中央部よりも外側の領域を周辺部という。つまり、対物レンズ30を透過する第一のレーザ光はNAが大きくなり、第一の光ディスクに対するデータの記録・再生に適した小径のスポットを形成する。一方、対物レンズ30を透過する第二のレーザ光のうち、該中央部を透過した光束は記録面上に集光するが、該周辺部を透過した光束は記録面上で大きく拡散しており、第一のレーザ光を入射した場合よりも実効的なNAが小さくなる。従って、第二の光ディスク40Bに対応した比較的大径のスポットを形成する。

【0024】

回折構造30aは、入射する光束の波長が長くなるに従って球面収差が補正不足(アンダー)方向に変化するように設計される。また、回折構造30aは、DVDに対する記録・再生時に、入射光束の波長の変化による球面収差の変化量において3次成分が最も大きくなるように設計される。具体的には、球面収差の5次以上の高次の成分が3次の成分の1/5以下になるか、該高次の成分がそれぞれ0.0005λrms/nm以下になるかの、少なくとも一方の条件を満たすように回折構造30aを設計する。

【0025】

ここで記録層の厚み違いにより発生する球面収差はほとんどが3次の成分である。そのため対物レンズ30のような回折型互換レンズの場合、記録層の厚み違いによる球面収差を補正するために、回折構造30a中央部は該中央部を透過して比較的大径のスポットを形成する第二のレーザ光の波長の変化による球面収差の変化量において、3次成分が最も大きくなるように設計される。従って、CDに対する記録・再生時に、該第二のレーザ光の波長に依存して変化する球面収差も、主に3次の成分である。

【0026】

一方、第一のレーザ光は、回折構造30a中央部および周辺部を透過する。そ

のため、中央部と周辺部、つまり回折構造30a全体での球面収差を評価する必要がある。例えば、上述した中央部の設計をそのまま用いて周辺部も設計すれば、第一のレーザ光の波長の変化による球面収差の変化量も3次成分が最も大きくなる。しかし、周辺部まで中央部の設計を適用すると、温度依存性も大きくなり、温度変化による球面収差の変動が大きくなってしまう。そのため、温度依存性を改善するような設計が必要になるが、その場合に第一のレーザ光の波長の変化により発生する球面収差は、3次の成分のみならず5次以上の高次の成分も含んでしまう。高次の球面収差の変化量は、第一の光ディスクに対する記録・再生時に對物レンズ30を透過する第一のレーザ光のNAが大きくなればなるほど多くなる。そこで回折構造30aの周辺部は、第一のレーザ光が回折構造を透過することによって発生する球面収差の波長依存性において高次の変化量が小さく抑えられて、上記条件を満たすように設計される。

【0027】

上記のように、本実施形態に係る光ディスク用光学系100は、第1の光ディスクに対する記録・再生に用いられる、NAの大きい第一のレーザ光に対応して回折構造30aを設計する。従って光ディスク用光学系100は、記録密度の高さに対応してより小径のスポットを得るためにNAが0.63以上に設定される近年のDVDの記録装置等に搭載することにより、より高い効果を得ることができる。

【0028】

光ディスク用光学系100は、第一、第二のレーザ光の波長変化に対する回折構造30aの、3次を主成分とする球面収差の変化を、コリメートレンズ20から射出されるレーザ光の平行度を変えることにより補正する。本実施形態では、コリメートレンズ20の位置を調整して光源10との間の距離を変化させ、光束の平行度を変えることにより、上記各ビームによる3次の球面収差を補正している。各レーザ光が対応する光ディスクの記録面位置に最良の状態で収束するような平行度で該レーザ光を射出するコリメートレンズ20の位置を、第一の光ディスク40A（第二の光ディスク40B）に対する最適位置という。

【0029】

ここで、実際には光ディスク用光学系100に搭載される光源10の個体差によって、各レーザ光の波長が常に設計波長と同一であるとは限らず、設計波長と実際の発振波長とのずれが発生することもある。この波長ずれによって各レーザ光の球面収差は若干変化してしまう。一般に、光源10の個体差による各レーザ光の設計波長と実際の発振波長とのずれは、光ディスク用光学系100の組み立て時に判明する。そこで、コリメートレンズ20は波長ずれによって変化した球面収差が補正される位置（第一のレーザ光に対する最適位置、もしくは第一、第二のレーザ光に対する最適位置間の任意の位置）に配置、固定する。これにより、光源10の個体差による波長変化に依存する球面収差を補正することが可能になる。従って光ディスク用光学系100を組み立てた後は、コリメートレンズ20の位置を変える必要はなく、調整等の手間はかかるない。

【0030】

このように光ディスク用光学系100では、球面収差の波長依存性を大きくした状態で回折構造30aを設計するとともにコリメートレンズ20から射出されるレーザ光の平行度を変える。これにより、光源10の個体差に起因する波長の変化による球面収差を補正している。

【0031】

上記の通り、対物レンズ30はプラスチック製である。従って本実施形態の対物レンズ30は、温度変化によって形状および屈折率が変化することによる球面収差の変化が補正されるようにも設計される。

【0032】

対物レンズ30から射出されるレーザ光の球面収差は、温度上昇によって補正過剰（オーバー）方向に変化する傾向がある。一方、光源10から照射されるレーザ光は、温度変化により、その波長が約0.2nm/°Cで変化する。例えば、温度が40°C上昇した場合には約8nm波長が長波長側にシフトする。そこで、回折構造30aを、波長の長波長側へのシフトにより球面収差が補正不足方向に変化するように設計する。これにより、温度変化による対物レンズ30の球面収差の変化を、温度変化に起因する光源の波長変化に依存した回折構造30aの球面収差によって打ち消すことができる。

【0033】

なお、従来の対物レンズも球面収差の温度依存性を考慮して設計されてはいたが、その設計は前述のように、波長依存性とのバランスをとりつつ行われるものであった。そのため、回折構造30aにおいて、第一のレーザ光だけが有効に集光する周辺部は対物レンズ全体の球面収差の温度依存性に対して補正不足になりがちであった。

【0034】

本実施形態では、波長依存性が大きくなるように対物レンズ30を設計する。従って、対物レンズ30は、上記従来の対物レンズの設計とは異なり、温度依存性を小さくする設計が可能になる。なお上述した通り、波長依存性を大きくしたことにより生じる3次を主成分とする球面収差は、コリメートレンズ20から射出されるレーザ光の平行度を変えることにより補正するので、良好なスポット形成に影響はない。

【0035】

次に、上述した実施形態に基づく具体的な実施例を2例提示する。いずれの実施例も保護層の厚さが0.6mmの第1の光ディスク40Aと、保護層の厚さが1.2mmの第2の光ディスク40Bとの互換性を有する光ディスク用光学系100である。

【0036】

【実施例1】

図1は、実施例1の光ディスク用光学系100を表す概略図である。実施例1の光ディスク用光学系100を構成する部材の具体的な数値構成は、表1および表2に示されている。表1中、設計波長とは、光ディスクを記録・再生する際に最も適した波長のことである。 f_{OBL} は、対物レンズ30の焦点距離（単位：mm）、 f_{CL} は、コリメートレンズ20の焦点距離、NAは像側の開口数である。なお、第一および第二のレーザ光がともに設計波長であるときのコリメートレンズ20、の最適位置は、光源10から11.19mm離れた位置である。

【0037】

【表1】

	第1ディスク	第2ディスク
設計波長	655nm	783nm
f_{OBL}	2.40	2.42
f_{CL}	12.00	12.08
NA(像側)	0.65	0.50

【表2】

面番号	r	d	n	ν
#0	—	11.19		
#1	15.000	2.00	1.5163	64.2
#2	-10.000	10.00		
#3	回折面	1.40	1.5436	55.7
#4	-6.550	1.23		
#5	∞	0.60	1.5855	29.9
#6	∞	—		

【0038】

図2 (A) に設計波長の第一のレーザ光によって第一の光ディスク40Aの記録・再生を行うときの球面収差を表し、図2 (B) に設計波長の第二のレーザ光によって第二の光ディスク40Bの記録・再生を行うときの球面収差を表す。図2中、(A)、(B) どちらの縦軸も入射高さhであり、各々の光ディスクに対する有効光束径で規格化してある。また、図2 (A)、(B) どちらの横軸も球面収差の発生量を示し、単位はmmである。以下に説明する各収差図においても同様である。図2 (A)、(B) に示すように、設計波長のレーザ光を使用できれば、第一の光ディスク、第二の光ディスクどちらを記録・再生した時も、きわめて良好に球面収差が抑えられるのがわかる。

【0039】

表2中、面番号0が光源10の発光点、面番号1、2がコリメートレンズ20、面番号3、4が対物レンズ30、面番号5、6が媒体である光ディスクの保護層を示している。rはレンズ各面の曲率半径(単位: mm)、dはレンズ厚またはレンズ間隔(単位: mm)、nはd線(588nm)での屈折率、 ν はd線でのアッペ数である。

【0040】

また、コリメートレンズ20の第二面(面番号2)、対物レンズ30の第1面

(面番号3) のベース面(回折レンズ構造を除く屈折レンズとしての形状)、および第2面(面番号4)は非球面である。その形状は光軸からの高さがhとなる非球面上の座標点の非球面の光軸上での接平面からの距離(サグ量)をX(h)、非球面の光軸上での曲率(1/r)をC、円錐係数をK、4次、6次、8次、10次、12次の非球面係数をA₄、A₆、A₈、A₁₀、A₁₂として、以下の式で表される。

【数1】

$$X(h) = \frac{Ch^2}{1 + \sqrt{1 - (K+1)C^2h^2}} + A_4h^4 + A_6h^6 + A_8h^8 + A_{10}h^{10} + A_{12}h^{12}$$

各非球面を規定する円錐係数と非球面係数は、表3に示される。なお、表3に示すように対物レンズ30の第1面(面番号3)は、レンズの中央部(h<1.20)と周辺部(h>1.20)とによって非球面の形状が異なっている。

【0041】

【表3】

面番号	#2	#3 (h<1.20)	#3 (h>1.20)	#4
r	-10.000	1.490	1.530	-6.550
K	0.000	-0.500	-0.500	0.000
A04	3.57000×10^{-2}	-1.01720×10^{-2}	-2.73720×10^{-3}	2.01600×10^{-2}
A06	$0.00000 \times 10^{+0}$	-1.89400×10^{-3}	-1.03600×10^{-3}	4.02700×10^{-3}
A08	$0.00000 \times 10^{+0}$	-3.93700×10^{-4}	-6.00000×10^{-4}	-6.69000×10^{-3}
A10	$0.00000 \times 10^{+0}$	2.49600×10^{-4}	4.43000×10^{-4}	2.13800×10^{-3}
A12	$0.00000 \times 10^{+0}$	-1.73400×10^{-4}	-2.04400×10^{-4}	-2.50000×10^{-4}

【0042】

さらに、対物レンズ30の第1面(面番号3)に形成された回折構造30aは、以下の光路差関数φ(h)により表される。

【数2】

$$\phi(h) = (P_2h^2 + P_4h^4 + P_6h^6 + \dots) \times \lambda$$

光路差関数φ(h)は、回折面上での光軸からの高さhの点において、回折構造30aにより回折されなかった場合の仮想の光線と、回折レンズ構造により回折

された光線との光路差を示す。P₂、P₄、P₆、…はそれぞれ2次、4次、6次、…の係数である。回折構造30aを規定する光路差関数係数は、表4に示される。

【0043】

【表4】

面番号	#3 (h<1.20)	#3 (h>1.20)
P02	$1.20000 \times 10^{+0}$	$-6.04100 \times 10^{+0}$
P04	$-6.23800 \times 10^{+0}$	-6.78000×10^{-1}
P06	$-1.20000 \times 10^{+0}$	$-1.25600 \times 10^{+0}$
P08	$0.00000 \times 10^{+0}$	$0.00000 \times 10^{+0}$
P10	$0.00000 \times 10^{+0}$	$0.00000 \times 10^{+0}$
P12	$0.00000 \times 10^{+0}$	$0.00000 \times 10^{+0}$

【0044】

次に表5に、実施例1の第一のレーザ光が対物レンズ30に入射したときの球面収差の波長依存性を示す。また表6に、第一のレーザ光の波長変動を0.2nm/°Cに設定したときにおいて、第一のレーザ光が対物レンズ30に入射したときの球面収差の温度依存性を示す。表5、表6において、SA3、SA5、SA7、SA9は、それぞれ、3次、5次、7次、9次の球面収差を示す。5次以上の球面収差が高次の収差成分である。

【0045】

【表5】

波長依存性	
SA3	0.0031 λ rms/nm
SA5	0.0004 λ rms/nm
SA7	0.0004 λ rms/nm
SA9	0.0003 λ rms/nm

【表6】

温度依存性	
SA3	0.0030 λ rms/10°C
SA5	0.0027 λ rms/10°C
SA7	0.0007 λ rms/10°C
SA9	0.0007 λ rms/10°C

【0046】

上記のような構成の光ディスク用光学系100において、光源10の個体差等によって、第一のレーザ光の波長が665nm（ずれ量 $\Delta\lambda=+10\text{nm}$ ）、第二のレーザ光の波長が790nm（ずれ量 $\Delta\lambda=+7\text{nm}$ ）だった場合を想定する。このとき第一のレーザ光に対する最適位置は光源10から11.49mm離れた位置、第二のレーザ光に対する最適位置は光源10から11.44mm離れた位置となる。表7に、コリメートレンズ20と光源10間の距離が11.49mmと11.19mmである場合に、波長665nmの第一のレーザ光によって発生する球面収差の値を表す。また、表8に、コリメートレンズ20と光源10間の距離が11.49mmと11.44mmと11.19mmである場合に、波長790nmの第二のレーザ光によって発生する球面収差の値を表す。

【0047】

【表7】

距離	11.49mm	11.19mm
SA3	0.000 λ rms	0.031 λ rms
SA5	0.004 λ rms	0.003 λ rms
SA7	0.004 λ rms	0.004 λ rms
SA9	0.004 λ rms	0.003 λ rms
計	0.007 λ rms	0.031 λ rms

【表8】

距離	11.49mm	11.44mm	11.19mm
SA3	0.002 λ rms	0.000 λ rms	0.011 λ rms
SA5	0.001 λ rms	0.001 λ rms	0.001 λ rms
SA7	0.000 λ rms	0.000 λ rms	0.000 λ rms
SA9	0.000 λ rms	0.000 λ rms	0.000 λ rms
計	0.002 λ rms	0.001 λ rms	0.011 λ rms

【0048】

上記のように設計波長から所定量波長がずれた場合であっても、設計波長のレーザ光に対する最適位置にコリメートレンズ20を配置したままの場合、表7、表8に示すように第一のレーザ光、第二のレーザ光ともに球面収差が大きく発生してしまう。そこで、コリメートレンズ20と光源10間の距離を調整して球面収差を低減させる。ここで、表8に示すように、第二のレーザ光に対する最適位置にコリメートレンズ20を配置した場合と、第一のレーザ光に対する最適位置にコリメートレンズ20を配置した場合とでは、第二のレーザ光によって発生す

る球面収差はほとんど変化がない。従って実施例1では、コリメートレンズ20を光源から11.49mm離れた位置、つまり第一のレーザ光に対する最適位置に配置する。

【0049】

仮に、第一のレーザ光に対する最適位置にコリメートレンズ20を配置すると極端に第二のレーザ光による球面収差が急増するような場合には、各レーザ光に対する最適位置の間、つまり11.44mm～11.49mm間で最も収差が抑えられるような所定位置にコリメートレンズ20を配置すればよい。

【0050】

図3は、665nmの第一のレーザ光によって第一のディスク40Aを記録・再生するときに発生する球面収差について表した収差図である。図3(A)がコリメートレンズ20の位置調整をする前の球面収差図であり、図3(B)がコリメートレンズ20を最適位置に配置した状態での球面収差図である。図3(A)、(B)に示すように、対物レンズ30に波長依存性を大きく持たせているため球面収差がかなり発生しているが、コリメートレンズ20を最適位置に配置することによって球面収差は低減されているのがわかる。これにより、良好な小径のスポットが第一のディスクの記録面に形成される。

【0051】

【実施例2】

次いで、光ディスク用光学系100の第二の実施例について説明する。図4は、実施例2の光ディスク用光学系100を表す概略図である。図4中、実施例1の光ディスク用光学系100と同一部材には同一の符号を付してある。実施例2の光ディスク用光学系100を構成する部材の具体的な数値構成は、表9および表10に示されている。なお、第一および第二のレーザ光がともに設計波長であるときのコリメートレンズ20の最適位置は、光源10から14.66mm離れた位置である。

【0052】

【表9】

	第1ディスク	第2ディスク
設計波長	655nm	783nm
f_{OBL}	2.75	2.77
f_{CL}	16.00	16.11
NA(像側)	0.63	0.50

【表10】

面番号	r	d	n	ν
#0	—	14.66		
#1	∞	2.00	1.4918	57.4
#2	-7.83	10.00		
#3	回折面	1.60	1.5436	55.7
#4	-7.73	1.47		
#5	∞	0.60	1.5855	29.9
#6	∞	—		

【0053】

図5 (A) に設計波長の第一のレーザ光によって第一の光ディスク40Aの記録・再生を行うときの球面収差を表し、図5 (B) に設計波長の第二のレーザ光によって第二の光ディスク40Bの記録・再生を行うときの球面収差を表す。図5 (A)、(B) に示すように、設計波長のレーザ光を使用できれば、第一の光ディスク、第二の光ディスクどちらを記録・再生した時も、きわめて良好に球面収差が抑えられるのがわかる。

【0054】

表10中、面番号0が光源10の発光点、面番号1、2がコリメートレンズ20、面番号3、4が対物レンズ30、面番号5、6が媒体である光ディスクの保護層を示している。

【0055】

実施例2でも、コリメートレンズ20の第2面(面番号2)、対物レンズ30の第1面(面番号3)のベース面、および第2面(面番号4)が非球面として形成されている。各非球面を規定する円錐係数と非球面係数は、表11に示される。なお、表11に示すように対物レンズ30の第1面(面番号3)は、レンズの中央部($h < 1.38$)と周辺部($h > 1.38$)とによって非球面の形状が異なっている。また、回折構造30aを規定する光路差関数係数は、表12に示さ

れる。

【0056】

【表11】

面番号	#2	#3 ($h < 1.38$)	#3 ($h > 1.38$)	#4
r	-7.830	1.700	1.730	-7.330
κ	-0.573	-0.500	-0.500	0.000
A04	$0.00000 \times 10^{+0}$	-5.76000×10^{-3}	-2.24590×10^{-3}	1.52300×10^{-2}
A06	$0.00000 \times 10^{+0}$	-7.59000×10^{-4}	-5.99900×10^{-4}	9.83000×10^{-4}
A08	$0.00000 \times 10^{+0}$	-1.73500×10^{-4}	-1.76800×10^{-4}	-2.52500×10^{-3}
A10	$0.00000 \times 10^{+0}$	7.56300×10^{-5}	9.90000×10^{-5}	6.77700×10^{-4}
A12	$0.00000 \times 10^{+0}$	-4.26000×10^{-5}	-4.58600×10^{-5}	-6.45700×10^{-5}

【表12】

面番号	#3 ($h < 1.38$)	#3 ($h > 1.38$)
P02	$1.00000 \times 10^{+0}$	$-3.20970 \times 10^{+0}$
P04	$-3.62500 \times 10^{+0}$	$-1.02000 \times 10^{+0}$
P06	-5.37000×10^{-1}	-6.12000×10^{-1}
P08	$0.00000 \times 10^{+0}$	$0.00000 \times 10^{+0}$
P10	$0.00000 \times 10^{+0}$	$0.00000 \times 10^{+0}$
P12	$0.00000 \times 10^{+0}$	$0.00000 \times 10^{+0}$

【0057】

次に表13に、実施例2の第一のレーザ光が対物レンズ30に入射したときの球面収差の波長依存性を示す。また表14に、第一のレーザ光の波長変動を0.2 nm/°Cに設定したときにおいて、該レーザ光が対物レンズ30に入射したときの球面収差の温度依存性を示す。

【0058】

【表13】

波長依存性	
SA3	$0.0034 \lambda \text{ rms/nm}$
SA5	$0.0002 \lambda \text{ rms/nm}$
SA7	$0.0002 \lambda \text{ rms/nm}$
SA9	$0.0003 \lambda \text{ rms/nm}$

【表14】

温度依存性	
SA3	0.0013 λ rms/10°C
SA5	0.0019 λ rms/10°C
SA7	0.0003 λ rms/10°C
SA9	0.0005 λ rms/10°C

【0059】

上記のような構成の光ディスク用光学系100において、光源10の個体差等によって、第一のレーザ光の波長が645nm（ずれ量 $\Delta\lambda = -10\text{nm}$ ）、第二のレーザ光の波長が783nm（ずれ量 $\Delta\lambda = \pm 0\text{nm}$ ）だった場合を想定する。このとき第一のレーザ光に対する最適位置は光源10から14.15mm離れた位置、第二のレーザ光に対する最適位置は光源10から14.66mm離れた位置となる。コリメートレンズ20と光源10間の距離が14.15mmと14.66mmである場合に、波長665nmの第一のレーザ光によって発生する球面収差の値を表15に、波長790nmの第二のレーザ光によって発生する球面収差の値を表16に、それぞれ表す。

【0060】

【表15】

距離	14.15mm	14.66mm
SA3	0.000 λ rms	0.035 λ rms
SA5	0.004 λ rms	0.003 λ rms
SA7	0.003 λ rms	0.003 λ rms
SA9	0.004 λ rms	0.003 λ rms
計	0.006 λ rms	0.035 λ rms

【表16】

距離	14.15mm	14.66mm
SA3	0.016 λ rms	0.000 λ rms
SA5	0.000 λ rms	0.000 λ rms
SA7	0.000 λ rms	0.000 λ rms
SA9	0.000 λ rms	0.000 λ rms
計	0.016 λ rms	0.000 λ rms

【0061】

上記のように設計波長から所定量波長がずれたときに、設計波長のレーザ光に対する最適位置にコリメートレンズ20を配置したままの場合、表15に示すよ

うに第一のレーザ光による球面収差が $0.035\lambda_{rms}$ と大きく発生してしまう。そこで、コリメートレンズ20と光源10間の距離を調整して該球面収差を低減させる。具体的には実施例2では、コリメートレンズ20を第一のレーザ光に対する最適位置に配置する。これにより、第一のレーザ光による球面収差を $0.006\lambda_{rms}$ にまで低減することができる。

【0062】

コリメートレンズ20を第一のレーザ光に対する最適位置に配置することは、設計波長どおりの第二のレーザ光に対する最適位置からは、ずれることになる。従って、第二のレーザ光による球面収差が $0.016\lambda_{rms}$ 発生してしまう。この第二のレーザ光による球面収差が、光情報記録再生装置全体の性能に影響を及ぼす恐れがある場合には、各レーザ光に対する最適位置の間、つまり $14.15\text{ mm} \sim 14.66\text{ mm}$ 間で最も優れた特性が得られるような所定位置にコリメートレンズ20を配置すればよい。

【0063】

図6は、 645 nm の第一のレーザ光によって第一のディスク40Aを記録・再生するときに発生する球面収差について表した収差図である。図6(A)がコリメートレンズ20の位置調整をする前の球面収差図であり、図6(B)がコリメートレンズ20を最適位置に配置した状態での球面収差図である。図6(A)、(B)に示すように、対物レンズ30に波長依存性を大きく持たせているため球面収差がかなり発生しているが、コリメートレンズ20を最適位置に配置することによって球面収差は低減されているのがわかる。これにより、良好な小径のスポットが第一のディスクの記録面に形成される。

【0064】

以上が本発明の実施形態である。なお、上記実施形態の光ディスク用光学系100は、二種類の波長の光を発光可能な二つの発光点を有する光源10を使用した。そのため、コリメートレンズ20と光源10間の距離は、第一のレーザ光による球面収差を低減することを主として決定している。光源近傍の構成としては、各々異なる波長の光を発光する光源を二つ設け、ハーフミラーやプリズム等を用いていずれかの光源から照射されたレーザ光を光ディスクの記録面に導く構成

を探ることも可能である。この場合には、各光源とコリメートレンズ20との間の距離が各々最適な距離となるように各光源を配置すればよい。

【0065】

また、上記実施形態では、コリメートレンズ20の配置位置を調整することによりレーザ光の平行度を変えて球面収差を低減すると説明した。ここで、一般にコリメートレンズのNAが小さいため、コリメートレンズ20の中心厚さを変えたり、該レンズのいずれか一方の面の曲率半径を変えたりしても、コリメートレンズ20自体の収差が、装置全体の性能に影響を与えるほど大きく変動することはない。そこで、コリメートレンズ20の配置位置を調整するかわりに、コリメートレンズ20の中心厚さを変えたり、該レンズのいずれか一方の面の曲率半径を変えたりすることによって、レーザ光の平行度を変えることも可能である。

【0066】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、球面収差の波長依存性を大きく持たせるとともに、発生する球面収差を3次の成分が主となるように設計した対物レンズを使用し、該3次の球面収差はレーザ光の平行度を変えることにより低減することにより、光源部から照射されるレーザ光の波長が変化しても球面収差を良好に補正して、DVDとCD、CD-Rのような保護層の厚さが異なる光ディスクの記録・再生が可能な光ディスク用光学系を提供することが可能となる。さらに、波長依存性を大きく設計したことにより、該対物レンズは温度変化による球面収差の変化の補正に重点をおいた設計が可能となるため、プラスチック製の対物レンズを使用した場合でも温度変化の影響を受けにくい設計が可能な光ディスク用光学系が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施例1の光ディスク用光学系の概略構成図である。

【図2】

実施例1の設計波長のレーザ光を使用した場合の球面収差図である。

【図3】

実施例1の第一のレーザ光の波長が変動したときの対物レンズの球面収差図である。

【図4】

本発明の実施例2の光ディスク用光学系の概略構成図である。

【図5】

実施例2の設計波長のレーザ光を使用した場合の球面収差図である。

【図6】

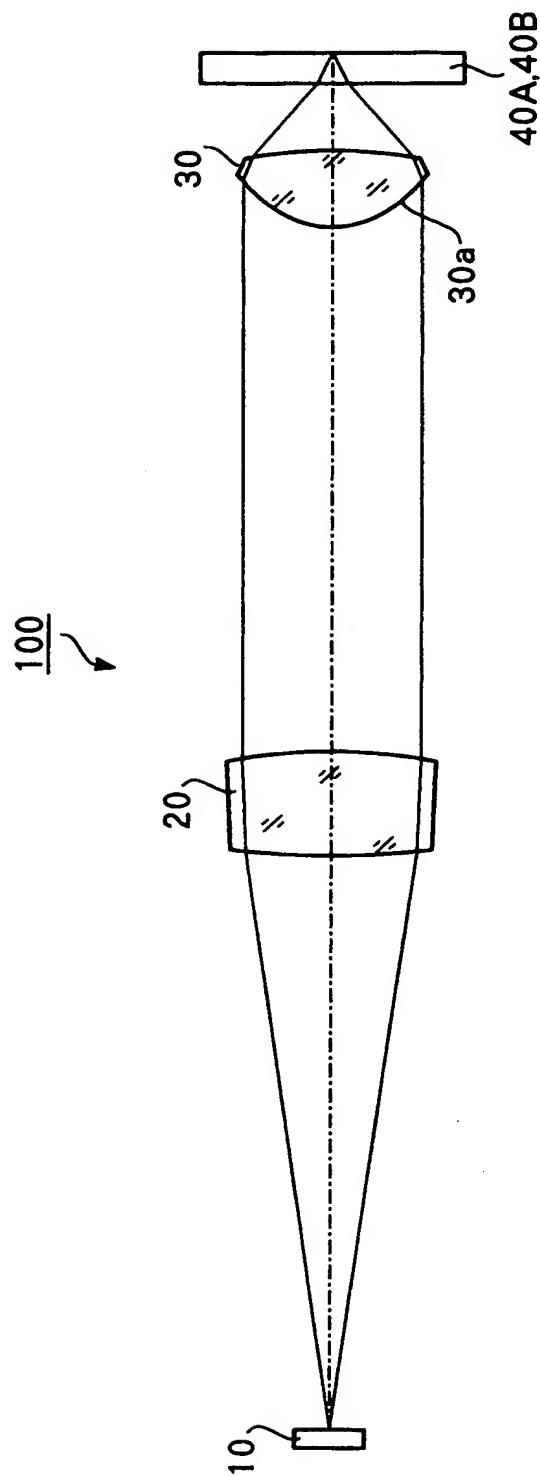
実施例2の第一のレーザ光の波長が変動したときの対物レンズの球面収差図である。

【符号の説明】

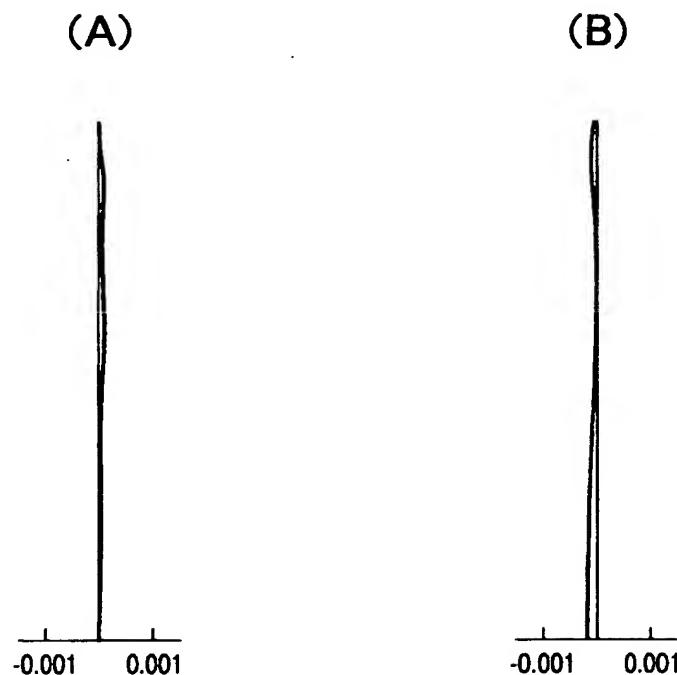
- 10 光源
- 20 コリメートレンズ
- 30 対物レンズ
- 30a 回折構造

【書類名】 図面

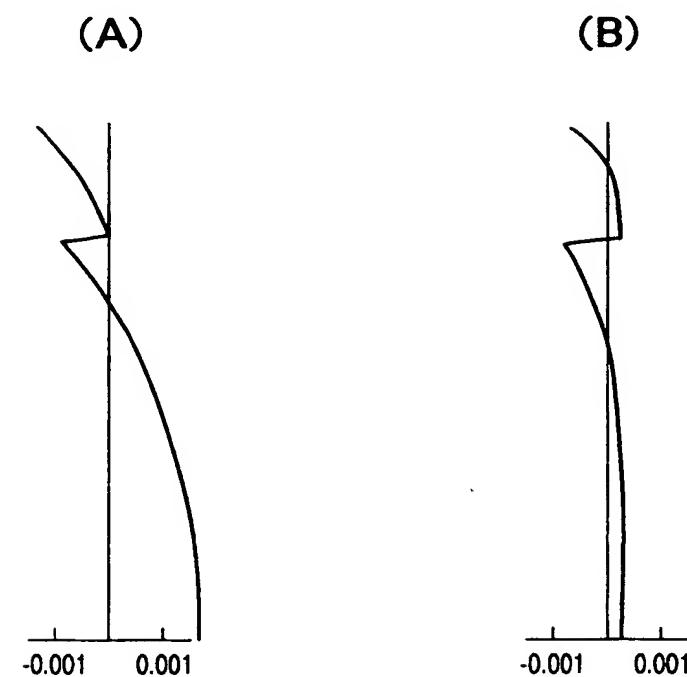
【図1】



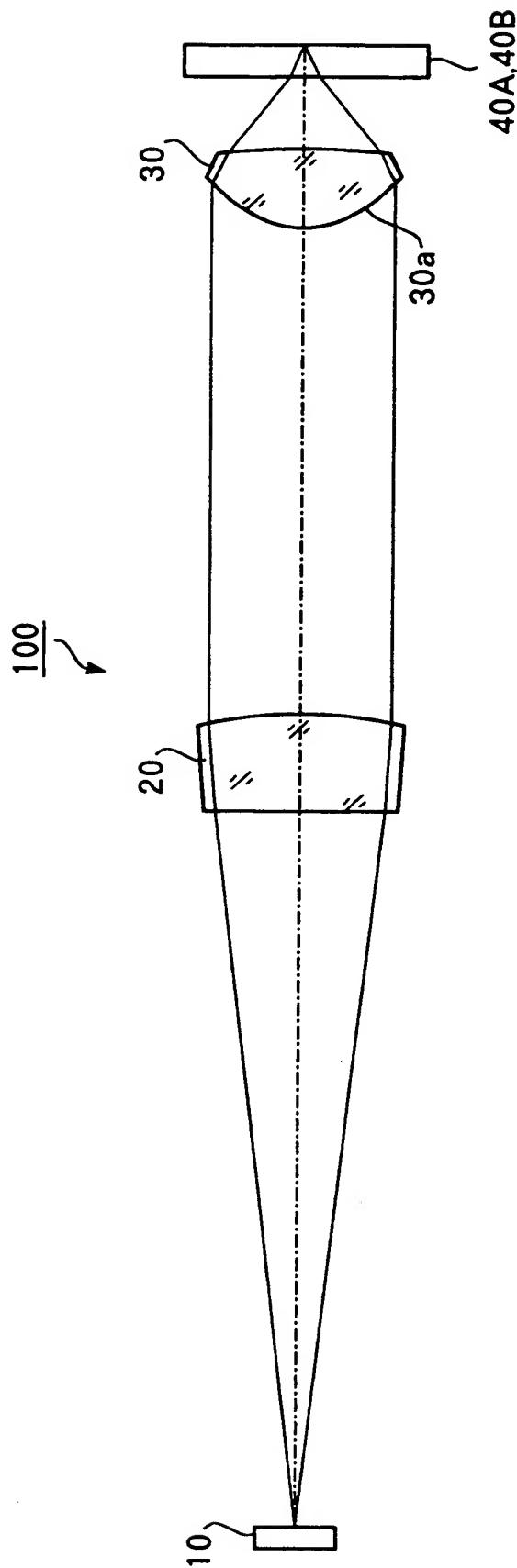
【図2】



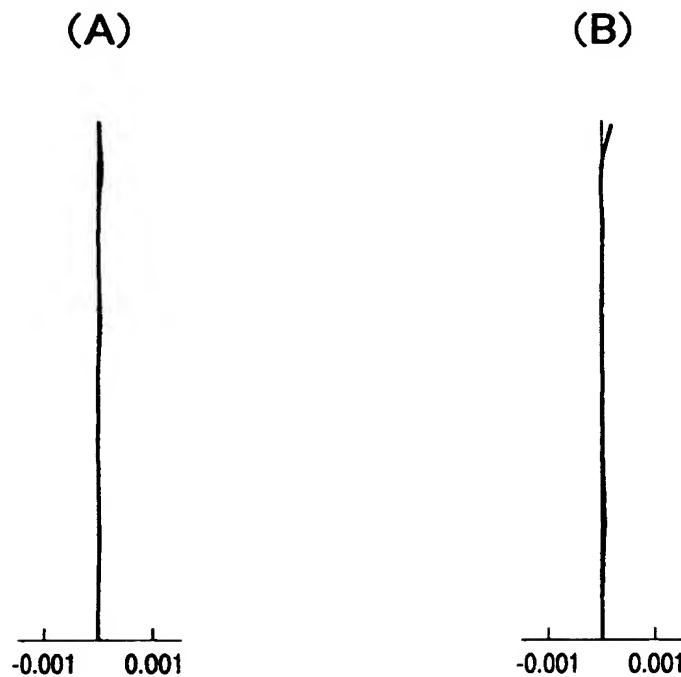
【図3】



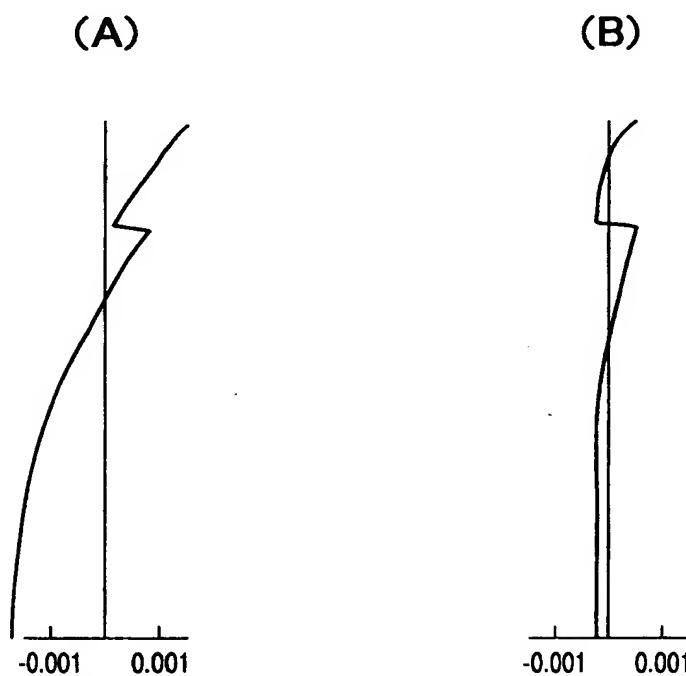
【図4】



【図5】



【図6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 レーザ光の波長設計波長からのずれによる球面収差を良好に補正し、プラスチック製の対物レンズを使用した場合でも温度変化の影響を受けにくい、保護層の厚さが異なる光ディスクの記録・再生が可能な光ディスク用光学系を提供すること。

【解決手段】 D V Dに対する記録・再生時に用いる第一の光束と、C Dに対する記録・再生時に用いる第二の光束とを照射する光源部と、波長に依存して球面収差が変化する特性を有する回折構造を利用することにより、D V DとC Dとの互換性を有する対物レンズと、光源部から照射された各光束を略平行光束に変換して対物レンズに入射させるコリメートレンズと、を有し、少なくとも、光源の個体差による、該第一光束の波長の設計波長に対するずれに起因する球面収差の変化を、コリメートレンズから射出される光束の平行度の調整によって補正する構成にした。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2002-240517
受付番号	50201235620
書類名	特許願
担当官	塩原 啓三 2404
作成日	平成14年 8月22日

＜認定情報・付加情報＞

【提出日】 平成14年 8月21日

次頁無

出願人履歴情報

識別番号 [000000527]

1. 変更年月日 1990年 8月10日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都板橋区前野町2丁目36番9号
氏 名 旭光学工業株式会社

2. 変更年月日 2002年10月 1日

[変更理由] 名称変更

住 所 東京都板橋区前野町2丁目36番9号
氏 名 ペンタックス株式会社